



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103954987 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 30

(21) 申请号 201410203825. 3

(22) 申请日 2014. 05. 15

(71) 申请人 四川材料与工艺研究所

地址 621700 四川省绵阳市江油市华丰新村
9号

(72) 发明人 吴伦强 韦孟伏 张连平 肖洒
党晓军 兰明聪 邓大超 齐连柱
周亚林

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理
有限公司 51214

代理人 卿诚 吴彦峰

(51) Int. Cl.

G01T 1/178 (2006. 01)

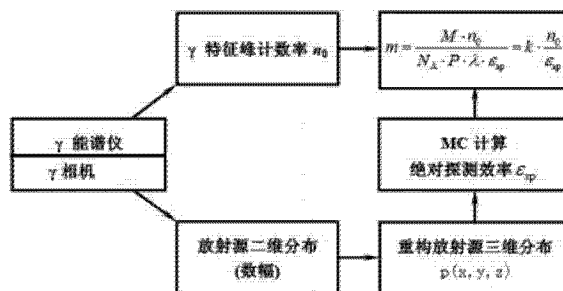
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54) 发明名称

一种利用 γ 相机与 γ 谱仪联用测量放射性物质质量的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种利用 γ 相机与 γ 谱仪联用测量放射性物质质量的方法的技术方案, 该方案能够通过 γ 相机获取被测物质的三维分布函数, 由此可获得准确可靠的探测效率, 用放射性衰变公式计算待测对象内放射性物质质量 (活度), 提高了测量放射性物质质量 (活度) 的能力, 拓宽了适用范围, 减小了 γ 谱仪测量放射性物质质量 (活度) 的不确定度。



1. 一种利用 γ 相机与 γ 谱仪联用测量放射性物质质量的方法,其特征是:包括以下步骤:

a、用 γ 谱仪测量获得特征 γ 射线的计数率 n_0 ;

b、用 γ 相机拍摄至少 3 幅待测对象的二维图像;

c、基于拍摄的二维图像重构待测对象的三维分布函数 $p(x, y, z)$;

d、利用被测对象的三维分布函数 $p(x, y, z)$ 使用 MC 模拟技术模拟得到 γ 探测器对被测对象辐射特征 γ 射线的探测效率 ε_{sp} ;

e、将测得的 γ 射线的计数率 n_0 和被测对象辐射特征 γ 射线的探测效率 ε_{sp} 带入放射性衰变公式计算待测对象内放射性物质质量。

2. 根据权利要求 1 所述的一种利用 γ 相机与 γ 谱仪联用测量放射性物质质量的方法,其特征是:所述步骤 a 中, γ 相机在任意不同的位置拍摄被测对象至少 3 幅二维图像。

3. 根据权利要求 1 所述的一种利用 γ 相机与 γ 谱仪联用测量放射性物质质量的方法,其特征是:所述步骤 c 中,通过图像复原、统计重建算法得到被测物质在空间内的三维分布函数 $p(x, y, z)$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的一种利用 γ 相机与 γ 谱仪联用测量放射性物质质量的方法,其特征是: γ 相机与 γ 谱仪的位置固定在同一平面内,且测量时 γ 相机和 γ 谱仪的相对位置固定。

一种利用 γ 相机与 γ 谱仪联用测量放射性物质质量的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及的是核辐射探测与分析技术领域,尤其是一种利用 γ 相机与 γ 谱仪联用测量放射性物质质量的方法。

背景技术

[0002] 在上世纪 90 年代, γ 相机首次用于寻找放射性物质的位置,目前 γ 相机是快速寻找放射性物质二维位置的主要工具。

[0003] 在上世纪 50 年代, γ 谱仪已成为测量 γ 能谱的主要工具。用 γ 谱仪分析放射性物质的质量(活度)的方法有两种:1) γ 谱标准样品定标法;2) γ 谱无源刻度法。在上世纪 90 年代,诞生了商用 γ 谱无源刻度软件,实现了不用标准源刻度 γ 谱仪测量放射性物质质量(活度)的目标。

[0004] γ 谱无源刻度法是基于 Monte Carlo (MC) 模拟技术得到 γ 探测器对被测对象辐射的特征 γ 射线的绝对探测效率(ϵ_{sp}), γ 谱仪实验测量的特征 γ 射线计数率(n_0),通过简单的代数公式便获得了放射性物质质量(活度)的方法。

[0005] γ 谱无源刻度法中 MC 模拟需要已知待测量的放射性物质在空间内的三维分布参数。如果待测量的放射性物质是以简单的点、线、面分布存在,这是无源刻度软件最理想的使用对象,可获得高准确度的结果。然而在许多实际应用中,待测量的放射性物质分布在复杂的三维空间内,其分布状态是未知的,从而在许多场所限定了 γ 谱无源刻度法的实用性。

[0006] 目前,商用 γ 谱无源刻度软件对待测量的放射性物质在空间内的三维分布问题是采用如下方法:1) 操作人员对待测量对象内放射性物质分布基本状况有所了解;2) 将待测量对象分解为若干个几何体;3) 假定每个几何体内的放射性物质均匀分布;4) 给每个几何体设置一个分布权重因子。显然,商用 γ 谱无源刻度软件采用的方法使用的源分布参数是经验的、不准确的。

发明内容

[0007] 本发明的目的,就是针对现有技术所存在的不足,而提供一种利用 γ 相机与 γ 谱仪联用测量放射性物质质量的方法的技术方案,该方案能够通过 γ 相机获取被测物质的三维分布函数,由此可获得准确可靠的探测效率,用放射性衰变公式计算待测对象内放射性物质质量(活度),提高了测量放射性物质质量(活度)的能力,拓宽了适用范围,减小了 γ 谱仪测量放射性物质质量(活度)的不确定度。

[0008] 本方案是通过如下技术措施来实现的:一种利用 γ 相机与 γ 谱仪联用测量放射性物质质量的方法,包括以下步骤:

- a、用 γ 谱仪测量获得特征 γ 射线的计数率 n_0 ;
- b、用 γ 相机拍摄至少 3 幅待测对象的二维图像;

c、基于拍摄的二维图像重构待测对象的三维分布分布函数 $p(x, y, z)$ ；

d、利用被测对象的三维分布函数 $p(x, y, z)$ 使用 MC 模拟技术模拟得到 γ 探测器对被测对象辐射特征 γ 射线的探测效率 ϵ_{sp} ；

e、将测得的 γ 射线的计数率 n_0 和被测对象辐射特征 γ 射线的探测效率 ϵ_{sp} 带入放射性衰变公式计算待测对象内放射性物质质量。

[0009] 作为本方案的优选：所述步骤 a 中， γ 相机在任意不同的位置拍摄被测对象至少 3 幅二维图像。

[0010] 作为本方案的优选：所述步骤 c 中，通过图像复原、统计重建算法得到被测物质在空间内的三维分布函数 $p(x, y, z)$ 。

[0011] 作为本方案的优选： γ 相机与 γ 谱仪的位置固定在同一平面内，且测量时 γ 相机和 γ 谱仪的相对位置固定。

[0012] 本方案的有益效果可根据对上述方案的叙述得知，由于在该方案中本发明利用 γ 相机快速获得正确的待测对象内放射性物质三维空间分布，为 γ 谱无源刻度法分析待测对象内放射性物质质量（活度）提供正确的源分布参数，用科学的方法实现 γ 谱仪对已知结构、未知放射性物质分布的任意被测对象内放射性物质质量（活度）的分析。既显著拓宽了 γ 谱仪测量放射性物质质量（活度）的适用范围，又改善了分析结果的准确度。方法明显优于商用 γ 谱系统采用的方法。如测量一个方体棉纱包（30 厘米见方）中放射性核素（HPGe40% 探测器，探测距离 50 厘米， γ 能量 $\sim 120\text{keV}$ ，棉纱包密度 $\sim 1\text{g}/\text{cm}^3$ ），商用技术基于均匀假设导致测量结果偏离了 80%，（两种技术获得的绝对探测效率分别为 $2.19\text{e-}4$ 和 $3.99\text{e-}4$ ），在探测距离更小时，偏差还会更大。

[0013] 由此可见，本发明与现有技术相比，具有突出的实质性特点和显著地进步，其实施的有益效果也是显而易见的。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明具体流程示意框图。

具体实施方式

[0015] 为能清楚说明本方案的技术特点，下面通过一个具体实施方式，并结合其附图，对本方案进行阐述。

[0016] 将 γ 相机与 γ 谱仪系统硬件集成一体，集成系统中的 γ 相机与 γ 谱仪的载体既具有升降、旋转、水平移动功能，又使 γ 相机与 γ 谱仪之间具有固定的几何关系；通过一套软件实现系统控制、测量、分析；集成系统具有灵活、方便移动功能。

[0017] 通过图一可以看出：用 γ 谱仪测量获得特征 γ 射线的计数率 n_0 ；用 γ 相机拍摄至少 3 幅待测对象的二维图像；基于拍摄的二维图像重构待测对象的三维分布分布函数 $p(x, y, z)$ ；利用被测对象的三维分布函数 $p(x, y, z)$ 使用 MC 模拟技术模拟得到 γ 探测器对被测对象辐射特征 γ 射线的探测效率 ϵ_{sp} ；将测得的 γ 射线的计数率 n_0 和被测对象辐射特征 γ 射线的探测效率 ϵ_{sp} 带入放射性衰变公式计算待测对象内放射性物质质量。

[0018] 本发明并不局限于前述的具体实施方式。本发明扩展到任何在本说明书中披露的新特征或任何新的组合，以及披露的任一新的方法或过程的步骤或任何新的组合。

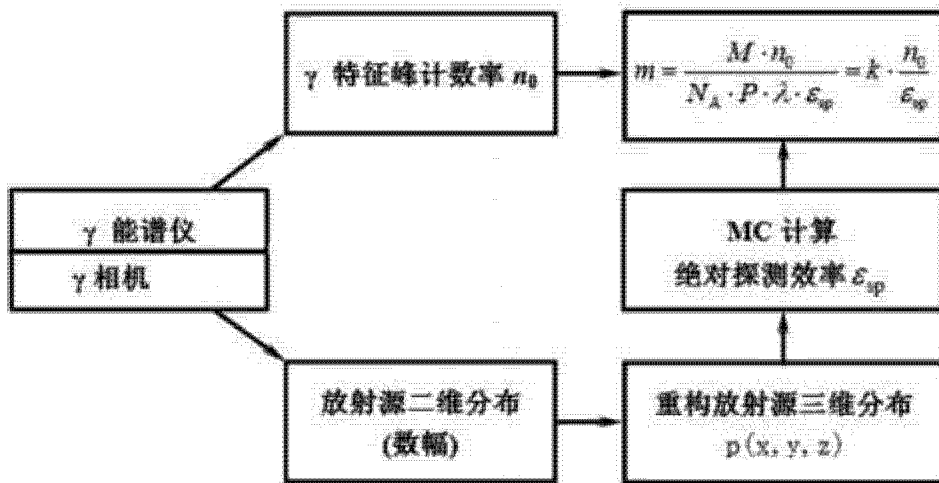


图 1